

Johngeon SHIN
01128104-135KB
703-205-8000
1630-0135P
1021



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0005948
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 01월 29일
Date of Application JAN 29, 2003

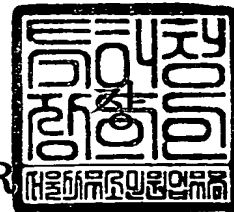
출원인 : 엘지전자 주식회사
Applicant(s) LG Electronics Inc.



2004 년 01 월 15 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0002
【제출일자】	2003.01.29
【국제특허분류】	H01L
【발명의 명칭】	질화물 화합물 반도체의 결정성장 방법
【발명의 영문명칭】	crystal growth method of nitride compound semiconductor
【출원인】	
【명칭】	엘지전자주식회사
【출원인코드】	1-2002-012840-3
【대리인】	
【성명】	정종욱
【대리인코드】	9-2001-000008-4
【포괄위임등록번호】	2002-027607-6
【대리인】	
【성명】	조담
【대리인코드】	9-1998-000546-2
【포괄위임등록번호】	2002-027605-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	신종언
【성명의 영문표기】	SHIN, JOHNG EON
【주민등록번호】	620731-1006214
【우편번호】	463-020
【주소】	경기도 성남시 분당구 수내동 27 양지마을 한양아파트 523동 802호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 정종욱 (인) 대리인 조담 (인)

【수수료】

【기본출원료】 14 면 29,000 원

【가산출원료】 0 면 0 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 8 항 365,000 원

【합계】 394,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 질화물 화합물 반도체의 결정성장 방법에 관한 것으로, 사파이어 기판의 상부에, 알루미늄을 포함하는 질화물 버퍼층을 성장시키는 단계와; 상기 알루미늄을 포함하는 질화물 버퍼층의 상부에 이원계 질화물 버퍼층을 성장시키는 단계와; 상기 이원계 질화물 버퍼층 상부에 질화물 화합물 반도체층을 성장시키는 단계로 구성된다.

따라서, 본 발명은 알루미늄을 포함하는 질화물 버퍼층의 상부에 질화물 화합물 반도체층을 성장시킴으로써, 전기적 및 결정학적 특성을 향상시킬 수 있는 효과가 발생한다.

【대표도】

도 2

【색인어】

질화물, 반도체, 알루미늄, 버퍼층

【명세서】

【발명의 명칭】

질화물 화합물 반도체의 결정성장 방법{crystal growth method of nitride compound semiconductor}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래 기술에 따른 결정성장 방법에 따라 성장된 질화물 화합물 반도체층이 포함된 단면도이다.

도 2는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 결정성장 방법에 따라 성장된 질화물 화합물 반도체층이 포함된 단면도이다.

도 3은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 결정성장 방법에 따라 성장된 질화물 화합물 반도체층이 포함된 단면도이다.

도 4는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 결정성장 방법에 따라 성장된 질화물 화합물 반도체층이 포함된 단면도이다.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

10,20 : 사파이어 기판

11,22 : 이원계 질화물 버퍼층

12,23 : 테스트용 패드

131,132,133 : 컨덕터

14 : 질화물 화합물 반도체층

21 : 알루미늄을 포함하는 질화물 버퍼층

31 : 알루미늄이 포함되지 않은 질화물 버퍼층

32 : 질화막

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <12> 본 발명은 질화물 화합물 반도체의 결정성장 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 알루미늄을 포함하는 질화물 버퍼층의 상부에 질화물 화합물 반도체층을 성장시킴으로써, 전기적 및 결정학적 특성을 향상시킬 수 있는 질화물 화합물 반도체의 결정성장 방법에 관한 것이다.
- <13> 일반적으로, III-V족 질화물 반도체를 이용한 광소자 및 전자 소자는 이미 많은 개발이 되어 있으며, 실제로 자외선 또는 가시광선 영역의 발광다이오드 및 레이저 다이오드는 여러 분야에 응용되고 있으며 앞으로도 그 사용 용도가 더 넓혀지고 있다.
- <14> 한 동안 양질의 질화물 반도체 막의 성장과 소자의 제작이 어려웠던 것은 좋은 특성을 갖는 단결정의 질화물 기판을 얻기 힘들었다는 점 때문이다.
- <15> 그래서, 갈륨비소(GaAs), 실리콘, ZnO, 사파이어(Sapphire), 실리콘 카바이드(SiC)와 같은 이종 기판 위에 질화물을 성장하게 되었으며, 그 중에서 사파이어(Sapphire)와 실리콘 카바이드(SiC)에 성장된 질화물 막은 특성이 우수하여 소자 제작에 이용되고 있다.
- <16> 그러나, 실리콘 카바이드(SiC)의 경우 전기적으로 도전성이 있어 장점이 있지만 가격이 너무 비싸기 때문에 대부분의 소자는 사파이어 기판 상부에 성장된 것을 이용하고 있다.
- <17> 이렇게 질화물 반도체 막의 특성이 향상된 것은 성장 기술의 발전에 의한 것이다.
- <18> 따라서, 사파이어 기판 상부에 질화막을 성장시키기 위해서는, 사파이어 기판을 고온에서 열처리한 후 낮은 온도(450 - 600 ℃)에서 버퍼 층을 성장한 후, 다시 고온에서 질화막을 성장시킨다.

- <19> 이 과정에서 중요한 것은 버퍼층이다.
- <20> 도 1은 종래 기술에 따른 결정성장 방법에 따라 성장된 질화물 화합물 반도체층이 포함된 단면도로서, 사파이어 기판(10)의 상부에, 이원계 질화물 버퍼층(11)을 성장시키고, 상기 이원계 질화물 버퍼층(11)의 상부에 질화물 화합물 반도체층(12)을 성장시켜 구성된다.
- <21> 이런 버퍼층을 성장시키는 이유는 사파이어 기판과 이 사파이어 기판에 성장되는 질화물은 격자 상수와 열팽창계수의 차이가 크기 때문이고, 이것을 극복하기 위해, 사파이어 기판의 상부에 도 1에 도시된 바와 같이, GaN, AlN, InN, SiN_x 또는 이들의 혼합물로 선택된 이원계 질화물 버퍼층을 성장시킨 다음, 질화물 화합물 반도체층을 성장시켰다.
- <22> 이렇게 성장된 질화막은 단결정이 아니라 폴리머 또는 다결정이 되어, 질화물 화합물 반도체층을 성장시킬 수 있는 시드(Seed)층이 된다.
- <23> 그러나, 전술된 GaN, AlN, InN, SiN_x 등과 같은 단일 버퍼층을 사용하여 질화막의 결정학적 특징은 많이 향상되었지만 사파이어와 GaN의 상이한 물리학적 특성을 단일 버퍼층으로는 극복하기에 아직 여러 가지 해결할 문제점이 많다.
- <24> 따라서, 보다 개선된 결정학적 특징을 갖는 질화물 화합물 반도체층을 얻기 위하여 새로운 성장 방법이나 버퍼 층의 개발이 필요하며, 이는 최종 소자의 동작 향상을 위하여 필수적이라고 하겠다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <25> 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 알루미늄을 포함하는 질화물 버퍼층의 상부에 질화물 화합물 반도체층을 성장시킴으로써, 전기적 및 결정학적

특성을 향상시킬 수 있는 질화물 화합물 반도체의 결정성장 방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.

- <26> 상기한 본 발명의 목적을 달성하기 위한 바람직한 양태(樣態)는, 사파이어 기판의 상부에, 알루미늄을 포함하는 질화물 버퍼층을 성장시키는 제 1 단계와;
- <27> 상기 알루미늄을 포함하는 질화물 버퍼층의 상부에 이원계 질화물 버퍼층을 성장시키는 제 2 단계와;
- <28> 상기 이원계 질화물 버퍼층 상부에 질화물 화합물 반도체층을 성장시키는 제 3 단계로 구성된 질화물 화합물 반도체의 결정성장 방법이 제공된다.

【발명의 구성 및 작용】

- <29> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하면 다음과 같다.
- <30> 본 발명의 기본적인 발명의 사상은 기존의 단일 층의 이원계(AlN , GaN , InN , SiN_x) 버퍼층과 달리 알루미늄을 포함하는 질화물 버퍼층($\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$, $0 < x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq z \leq 1$)을 사파이어 기판 위에 먼저 성장하고, 그 위에 질화물 화합물 반도체층을 성장함으로써 기판인 사파이어(Al_2O_3)로부터 질화물 화합물 반도체층으로의 전환을 원활하게 함으로써, 성장되는 질화물 화합물 반도체층의 결정을 우수히 할 수 있다.
- <31> 여기서, 실시예에 따라, 알루미늄(Al)을 포함하지 않는 질화물 버퍼층($\text{Ga}_x\text{In}_y\text{N}$, $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$)과 이원계 질화물 버퍼층을 더 형성시켜, 그 상부에 질화물 화합물 반도체층을 성장시킬 수 있다.
- <32> 도 2는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 결정성장 방법에 따라 성장된 질화물 화합물 반도체층이 포함된 단면도로서, 사파이어 기판(20)의 상부에, 알루미늄을 포함하는 질화물 버퍼층

(21)을 성장시키고, 상기 알루미늄을 포함하는 질화물 버퍼층(21)의 상부에 이원계 질화물 버퍼층(22)을 성장시키고, 상기 이원계 질화물 버퍼층(22) 상부에 질화물 화합물 반도체층(23)을 성장시켜 구성된다.

<33> 여기서, 상기 알루미늄을 포함하는 질화물 버퍼층(21)은 $Al_xGa_yIn_zN$ ($0 < x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq z \leq 1$)이 바람직하며, 상기 이원계 질화물 버퍼층(22)은 AlN, GaN, InN와 SiN_x 중 선택된 어느 하나를 사용하는 것이 바람직하다.

<34> 그리고, 최종적인 질화물 화합물 반도체층(23)은 GaN층이 바람직하다.

<35> 또한, 상기 알루미늄을 포함하는 질화물 버퍼층(21)과 이원계 질화물 버퍼층(22)은 400-600°C의 온도에서 10-1000Å 두께로 성장시키는 것이 바람직하다.

<36> 전술된 인듐(In)을 버퍼층에 포함시켜 기대할 수 있는 효과는 인듐이 연성(軟性)을 갖고 있기 때문에, 상대적으로 경도가 높은 질화물을 보완시켜 줄 수 있으며, 또한 전위(Dislocation)의 생성 또는 전파를 억제시킬 수 있다.

<37> 또한, 알루미늄을 포함하는 버퍼층을 사파이어 기판 상부에 성장시키는 이유는 질화 과정을 거쳐 일부 표면의 산소(Oxygen)가 질소(Nitrogen)와 치환되어 있는 표면 상태를 알루미늄을 포함하는 질화 버퍼층을 성장시켜 점진적으로 기판인 사파이어(Al_2O_3)로부터 질화층으로의 전환을 유도하기 위한 것이다.

<38> 도 3은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 결정성장 방법에 따라 성장된 질화물 화합물 반도체층이 포함된 단면도로서, 본 발명의 제 2 실시예에서는 제 1 실시예의 구조에서 알루미늄이 포함된 질화물 버퍼층(21)과 이원계 질화물 버퍼층(22)의 사이에 알루미늄(Al)을 포함하지 않는 질화물 버퍼층(31)을 더 형성하는 것이다.

- <39> 이 때, 상기 알루미늄을 포함하지 않는 질화물 버퍼층(31)은 Ga_xIn_yN 층 ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$)이 바람직하다.
- <40> 그리고, 상기 알루미늄을 포함하지 않는 질화물 버퍼층(31)은 400-600℃의 온도에서 10-1000 Å 두께로 성장시키는 것이 바람직하다.
- <41> 여기서, 알루미늄을 포함하는 버퍼층 위에 알루미늄을 포함하지 않는 버퍼 층과 그 위에 다시 GaN 버퍼층을 성장하는 이유는 최종 성장하는 GaN 박막으로의 물질적인 전환을 용이롭게 하기 위해서다.
- <42> 즉, 사파이어 기판으로부터 AlGaInN층, GaInN층, GaN 버퍼층을 거쳐 GaN 에피층을 성장하게 되어, 기판과 GaN 박막의 열 팽창계수 및 격자 상수 등, 물리적인 특성(열 팽창 계수 및 격자 상수)의 차이를 최소화하기 위함이다.
- <43> 도 4는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 결정성장 방법에 따라 성장된 질화물 화합물 반도체층이 포함된 단면도로서, 본 발명의 제 3 실시예에서는 제 1 실시예 또는 제 2 실시예의 구조에서 알루미늄이 포함된 질화물 버퍼층(21)과 사파이어 기판(20) 사이에 질화막(32)을 더 형성하는 것이며, 사파이어 기판(20)을 고온에서 열처리한 후, 암모니아(NH_3)를 흘려주면 상기 사파이어 기판(20)의 상부에는 질화막(32)이 형성된다.
- <44> 본 발명에 따른 결정성장 방법에 따라 성장된 질화물 화합물 반도체에 X-선을 조사하여, 결정학적 및 전기적 특성을 측정하였다.
- <45> 여기서, 본 발명에 따라 성장된 질화물 화합물 반도체층인 GaN층은 X-선 조사로 측정된 파장의 (002)와 (102)방향에서의 피크(Peak) 반치폭이 기존의 단일 버퍼층(AlN, GaN, InN, SiN_x)을 적용하여 성장시킨 GaN층에서 측정된 피크 반치폭보다대략 10% ~ 15% 개선되었다.

<46> 더불어, 본 발명에 따라 성장된 GaN층의 캐리어 이동도(Mobility)는 최대 50%의 증가가 있었으며, 캐리어 농도를 미드(Mid) 10^{16} ~ 하이(High) 10^{16}cm^{-3} 정도로 낮추어 졌다.

<47> 따라서, 본 발명에 따라 성장된 질화물 화합물 반도체층은 종래 기술에 따라 성장된 질화물 화합물 반도체층보다 전기적 및 결정학적 특성을 향상시킬 수 있다.

【발명의 효과】

<48> 본 발명은 알루미늄을 포함하는 질화물 버퍼층의 상부에 질화물 화합물 반도체층을 성장 시킴으로써, 전기적 및 결정학적 특성을 향상시킬 수 있는 효과가 발생한다.

<49> 본 발명은 구체적인 예에 대해서만 상세히 설명되었지만 본 발명의 기술사상 범위 내에서 다양한 변형 및 수정이 가능함은 당업자에게 있어서 명백한 것이며, 이러한 변형 및 수정이 첨부된 특허청구범위에 속함은 당연한 것이다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

사파이어 기판의 상부에, 알루미늄을 포함하는 질화물 버퍼층을 성장시키는 제 1 단계와

;

상기 알루미늄을 포함하는 질화물 버퍼층의 상부에 이원계 질화물 버퍼층을 성장시키는 제 2 단계와;

상기 이원계 질화물 버퍼층 상부에 질화물 화합물 반도체층을 성장시키는 제 3 단계로 구성된 질화물 화합물 반도체의 결정성장 방법.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 단계와 제 2 단계의 상기 알루미늄이 포함된 질화물 버퍼층과 상기 이원계 질화물 버퍼층의 사이에,

알루미늄(Al)을 포함하지 않는 질화물 버퍼층을 형성하는 단계가 더 구비된 것을 특징으로 하는 질화물 화합물 반도체의 결정성장 방법.

【청구항 3】

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 알루미늄을 포함하는 질화물 버퍼층은 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ ($0 < x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq z \leq 1$) 인 것을 특징으로 하는 질화물 화합물 반도체의 결정성장 방법.

【청구항 4】

제 2 항에 있어서,

상기 알루미늄을 포함하지 않는 질화물 버퍼층은 Ga_xIn_yN 층 ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$)인 것을 특징으로 하는 질화물 화합물 반도체의 결정성장 방법.

【청구항 5】

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 이원계 질화물 버퍼층은 AlN, GaN, InN와 SiN_x 중 선택된 어느 하나 것을 특징으로 하는 질화물 화합물 반도체의 결정성장 방법.

【청구항 6】

제 1 항에 있어서,

상기 질화물 화합물 반도체층은 GaN층인 것을 특징으로 하는 질화물 화합물 반도체의 결정성장 방법.

【청구항 7】

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 알루미늄이 포함된 질화물 버퍼층과 사파이어 기판 사이에 질화막을 더 형성하며,

상기 질화막은 사파이어 기판을 고온에서 열처리한 후, 암모니아(NH_3)를 흘려주어 상기 사파이어 기판의 상부에 형성하는 것을 특징으로 하는 질화물 화합물 반도체의 결정성장 방법.

【청구항 8】

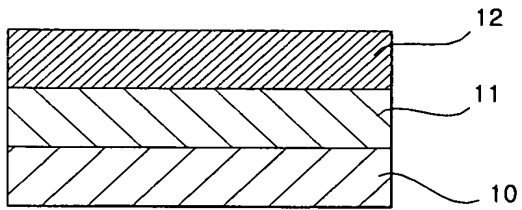
제 2 항에 있어서,

상기 알루미늄을 포함하는 질화물 버퍼층, 알루미늄을 포함하지 않는 질화물 버퍼층과 이원계 질화물 버퍼층은,

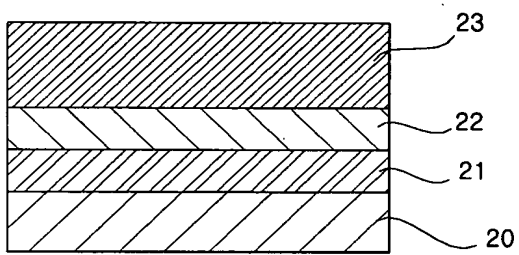
400-600℃의 온도에서 10-1000Å 두께로 성장시키는 것을 특징으로 하는 질화물 화합물 반도체의 결정성장 방법.

【도면】

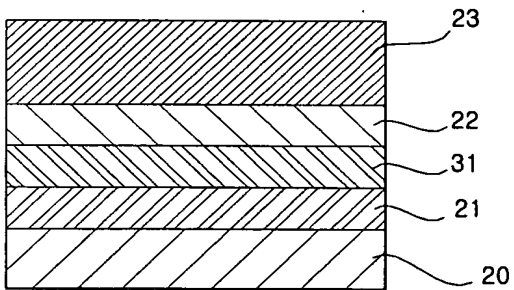
【도 1】



【도 2】



【도 3】



【도 4】

